

Sistem tehničke zaštite osjetljivih zona i kritične infrastrukture primjenom radarske tehnologije

Tijana Milovanović, Siniša Ninković

Sektor Tehnika

DASTO-SEMTEL D.O.O.

Bijeljina, BiH

tijana.milovanovic@zona.ba, sinisa.ninkovic@zona.ba

Sažetak—Tehnička zaštita osjetljivih zona i kritične infrastrukture je oblast od sve većeg značaja u savremenom poslovanju. Traže se sigurnosna rješenja koja nude visok stepen zaštite, smanjuju broj lažnih alarma i pouzdana su u izazovnim vremenskim uslovima, kao što su mrak, magla, padavine. Najjača sigurnosna rješenja koriste strateški miks tehnologija kako bi postigla najbolje rezultate. U ovom radu će biti predstavljene mogućnosti za detekciju pokreta primjenom radarske tehnologije i u ekstremnim vremenskim uslovima, te pokazati da se ovo rješenje nameće kao u potpunosti komplementarno i 'cost-efficient' drugim vrstama nadzora. Zahvaljujući naprednom algoritmu za praćenje i informacijama o pozicioniranju objekta koje pruža, detektor na bazi radara može da doprinese povećanju sigurnosti i kod klasičnih sistema video nadzora.

Ključne riječi—radarska tehnologija; detekcija pokreta; lažni alarmi; cost-efficient; video nadzor (key words)

I. UVOD

U savremenim uslovima poslovanja sistemi tehničke zaštite sve više dobijaju na značaju i primjeni. Naročito kada je u pitanju zaštita osjetljivih zona i kritične infrastrukture (finansijske institucije, objekti za proizvodnju i distribuciju električne energije, vodovodi itd.) traži se visok stepen efikasnosti i pouzdanosti implementiranih sistema zaštite.

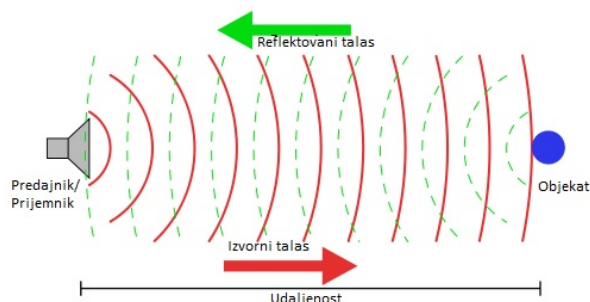
Obzirom na konstantan tehnološki napredak u svim oblastima, računajući i tehničku zaštitu, potrebno je da i projektovani sistemi za ove namjene prate taj tempo kako bi mogli da zaštite objekte i zaposlene od svih potencijalnih opasnosti. S tim u vezi, u ovom radu će biti obrađena primjena radarske tehnologije u sistemima zaštite. Iako je radar u upotrebi od '40.-ih godina prošlog vijeka [1], kada je u tajnosti razvijen za vojne potrebe, i iako su tokom godina razvijene brojne civilne primjene, tek u poslednjih par godina su prepoznate i testirane njegove mogućnosti za primjenu u sistemima nadzora, što će u radu biti detaljnije obrađeno.

Obzirom da nadzor baziran na radarskoj tehnologiji ne zavisi od vidljivosti, kao klasični sistemi video nadzora, izuzetno je dobar za primjenu u izazovnim vremenskim uslovima, kao što su mrak, magla, atmosferske padavine. Sistemi zaštite bazirani na radaru detektuju, prate i identifikuju tačnu lokaciju prijetnje. Detektovanjem unutar i izvan perimetra, moguće je identifikovati potencijalne uljeze i prije nego što uđu na područje koje se nadzire u bilo koje doba dana ili noći.

II. ŠTA JE RADAR?

Radarski (akr. *Radio Detection and Ranging*) je tehnologija za otkrivanje objekata. Radarski uređaji prenose signale koji se sastoje od radio talasa ili elektromagnetnih talasa u radio-frekventnom spektru [2]. Kada radarski signal udari u neki objekat, signal se reflektuje ili raspršuje u različitim pravcima. Mali dio signala se vraća ka radarskom uređaju, gdje ga prijemnik detektovani. Detektovani signal pruža informacije koje se mogu koristiti za određivanje lokacije, veličine i brzine objekta.

Radarski prijemnici se obično, ali ne i uvijek, nalaze na istoj lokaciji kao i predajnici. Iako su reflektovani radarski signali koji stižu na prijemnu antenu, obično veoma slabi, mogu se ojačati elektronskim pojačavačima ili primjenom složenijih metoda obrada signala. Na slici 1. je prikazan način prostiranja radarskog signala i njegovo odbijanje od objekta koji se nalazi u polju prostiranja elektromagnetnih talasa.



Slika 1. Obrada radarskog signala

Slaba apsorpcija radarskih talasa od strane medijuma kroz koji prolaze je ono što omogućava detekciju objekata u relativno dugim rasponima i ono što razdvaja ovu tehnologiju od drugih baziranih na elektromagnetnim talasnim dužinama, kao što su infracrveni ili ultraljubičasti zraci.

Snaga P_r koja se vraća na prijemnu antenu izračunava se jednačinom:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R_t^2 R_r^2} \quad (1)$$

gdje su P_r – snaga predajnika, G_t – dobitak predajne antene, A_r – efektivna površina prijemne antene, σ – presjek radara ili koeficijent raspršavanja cilja, G – faktor propagacije uzorka, R_t – rastojanje od predajnika do cilja, R_r – rastojanje od cilja do prijemnika.

U uobičajenom slučaju kada se prijemnik i predajnik nalaze na istoj lokaciji, $R_t=R_r$ i $R_t^2 R_r^2$ se može zamijeniti sa R^4 , gdje je R opseg. To daje:

$$P_r = \frac{P_t G_t A_r \sigma F^4}{(4\pi)^2 R^4} \quad (2)$$

Ova formula prikazuje da se primljena snaga odbija kao četvrtina snage opsega, što dokazuje da je primljena snaga od udaljenih meta (ciljeva) prilično mala.

Jednačina 2 izračunata sa $F=1$ predstavlja pojednostavljenu situaciju za prenos u vakuumu bez interferencije [3].

Postoje četiri vrste radarske tehnologije koje se koriste u bezbjedonosne svrhe.

FMCW (engl. Frequency Modulated Continous Wave) je veoma popularna radarska tehnologija. Kako se radar prenosi, njegova frekvencija se mijenja u ponovljenom ciklusu. Što je širi raspon frekvencije, veća je rezolucija radara. Ova tehnologija ima problema sa višestrukim prostiranjem i odbijanjem signala. Stalnim zračenjem energija može više puta da se odbija na putu ka i od mete. Ovo dovodi do toga da se signal mete pojavljuje na više mjesta i prouzrokuje lažne mete na radaru.

Ako zanemarimo ovaj nedostatak, ova tehnologija ima tri prednosti: može postići duži opseg sa manjom emitovanom snagom, postiže veću rezoluciju i ima veću brzinu okretanja što omogućava češće ažuriranje pozicije mete.

Impulsni radar funkcioniše po principu generisanja rafala energije sa dugim vremenskim razmacima između. Pošto se radio talasi prostiru brzinom svjetlosti, opseg objekta se može odrediti zapisivanjem vremena kretanja signala i dijeljenjem sa dva zbog povratne putanje. Što je veća snaga ili impulsna amplituda, veći je i opseg. Ponekad se koriste duži impulse umjesto pojačanje snage ali to u velikoj mjeri ograničava upotrebu tehnologije u sterilnim okruženjima.

Impulsni dopler radar je najsvestraniji od svih radarskih tehnologija. Moderna današnja implementacija ove tehnologije je prenošenje impulse male snage, koji se onda integrišu i obrađuju kako bi obezbijedili detekciju velikog dometa i

trenutno mjerenje brzine. Obrada dopler vrši se praćenjem promjena faza od objekta u toku vremena. Zato dopler radari mjere sve brzine iz okruženja – od mete i svih drugih izvora refleksija. Brzina mete i ovih drugih izvora se značajno razlikuju, tako da radar može da odstrani te druge izvore i fokusira se na metu.

Radarska tehnologija sa sigurnosne sisteme. To je istovremeno i najslabija i najskuplja tehnologija. Daje odlične slike visoke rezolucije sa niskom snagom. Ova tehnologija ima slične problem kao FMCW [4].

Kao što je već pomenuto, povratni radarski signal omogućava određivanje lokacije, veličine i brzine primijećenog objekta. Upravo ove informacije određuju njegovu primjenu u različitim oblastima gdje postoji potreba za takvim pozicioniranjem. Prva primjena radara je bila u vojne svrhe: pronalaženje ciljeva u vazduhu, na zemlji i u moru, a kasnije su ove primjene razvijene i za civilne potrebe u vazduhoplovstvu, za brodove i puteve.

U vazduhoplovstvu, avioni mogu biti opremljeni sa radarskim uređajima koji upozoravaju na avione i druge prepreke ili na približavanje putanji, te pružaju informacije o vremenu i tačnoj visini. Brodski radari se koriste za mjerenje položaja i rastojanja brodova u cilju sprječavanja sudara sa drugim plovećim objektima, za navigaciju i praćenje i regulisanje kretanja brodova. Meteorolozi koriste radar za nadgledanje padavina i vjetera. Postao je primarno sredstvo za kratkoročno prognoziranje vremena i praćenje ozbiljnih vremenskih uslova, kao što su grmljavina, tornado, zimske oluje, različite vrste padavina itd. Policija koristi radare za detekciju brzine kretanja vozila u saobraćaju, a česte su i primjene za detekciju ljudskih pokreta na osnovu čega se vrši automatsko otvaranje vrata ili paljenje svjetla [5].

III. ZAŠTO KORISTITI RADAR U SISTEMIMA ZAŠTITE I NADZORA

Po prirodi tehnologije radarski nadzor ne zavisi od vidljivosti. Tama, magla i umjerena kiša ne ugrožavaju sposobnost detekcije pa je zato interesantna njegova primjena za nadzor područja na otvorenom (npr. parkinzi i prilazi objektima), kao i 24-satni nadzor oblasti gdje se smjenjuju dnevna i noćna svjetlost.

Postoje i druge tehnologije nadgledanja koje mogu raditi u sličnim uslovima, kao što su toplotne kamere sa video analitikom ili PIR (pasivni infracrveni) detektori pokreta, ali je radarska tehnologija jednostavnija za korištenje i cjenovno pristupačnija, te pruža više ulaznih informacija [6].

TABELA I. POREĐENJE TEHNOLOGIJA NADZORA

	<i>Video analitika</i>	<i>PIR</i>	<i>Termalne kamere</i>	<i>Radarska</i>
<i>Troškovi</i>	Srednji	Niski	Visoki	Srednji
<i>Konfiguracija</i>	Teška	Laka	Srednja	Laka
<i>Uslovi osvjetljenja</i>	Dan	Dan/noć	Dan/noć	Dan/noć
<i>Pokrivenost</i>	Široko područje/ Velika	Široko područje/ Mala	Usko područje/ Velika	Široko područje/ Srednja

	<i>Video analitika</i>	<i>PIR</i>	<i>Termalne kamere</i>	<i>Radar</i>
	udaljenost	udaljenost	udaljenost	udaljenost
<i>Informacije o objektu</i>	Prepoznavanje, identifikacija i detekcija	Detekcija	Detekcija i prepoznavanje	Detekcija, brzina, udaljenost, ugao i klasifikacija
<i>Lažni alarmi</i>	Insekti Sijenke Buka Loše vrijeme	Insekti	/	Jako ljuljanje objekata Višestruke refleksije
<i>Filter na daljinu</i>	Ne	Ne	Ne	Da

Smanjivanje broja lažnih alarma i istovremeno održavanje efikasnosti otkrivanja stvarnih incidenata je od suštinskog značaja za sisteme tehničke zaštite. Alarmi se često koriste i kao okidač za pokretanje snimanja. Sistemi za detekciju pokreta često koriste aplikacije video analitike koje se pokreću određenom količinom promjene piksela na sceni koja se nadzire. Nepotrebni ili lažni alarmi su obično izazvani efektima kao što su sijenke, farovi automobila, kiša, snijeg, mali insekti, vjetar i loše vrijeme.

Sistem detekcije zasnovan na radaru detektuje samo fizičko kretanje, a ignoriše vizuelne efekte koji mogu izazvati lažne alarme, kao što je gore nabrojano. Sistem se dodatno može podesiti tako da ne reaguje na male pokrete, kao i određene zone nebitnih pokreta. Slika sa radara može da se iskombinuje sa referentnom mapom područja koje se nadzire, ina taj način može se dobiti vizuelni osjećaj gdje se primjećeni objekat nalazi, kao što je prikazano na slici 2 [7].



Slika 2. Područje nadgledano radarskim detektorom

Ovakvo dizajniran sistem ne pruža nikakav oblik vizuelne potvrde. Bitno je naglasiti da radarski sistem može da se koristi kao samostalni proizvod ili kao dio sistema video nadzora. Da bi se efikasno identifikovao uzrok alarma ili omogućila identifikacija pojedinaca, potrebno je vršiti i nadzor putem kamere. Napredni sistemi tehničke zaštite su podešeni na način da se alarm kod operatera ili centralne stanice za praćenje generiše samo u slučajevima kada i radar i video kamera detektuju kretanje na području koje se nadzire.

Radarski talasi su ograničeni u detekciji objekata koji se kreću ispod radarskog horizonta. Opseg radarskog horizontal zavisi od visine antene i od količine savijanja radarskog talasa. Savijanje je uzrokovano defrakcijom i refrakcijom. Difrakcija

je svojstvo samog elektromagnetnog talasa. Refrakcija je posledica prevladavanja atmosferskih uslova.

Uobičajeni efekti vremenskih prilika se odražavaju na smanjenje opsega u kom objekat može biti detektovan i da proizvedu neželjeni eho. Efekti koje vremenske prilike izazivaju zavise od količine vode, tečnosti ili zamrznutosti prisutne u jedinici zapremine vazduha i od temperature.

Postoji i nekoliko karakteristika koje će doprinijeti da jedan objekat bude detektovan bolje od drugog ili da proizvodi jači eho nego drugi objekat slične veličine.

Pošto se radarski talas prostire praktično u liniji vida, visina objekta je od primarnog značaja. Do određenih granica, objekti sa većom reflektujućom površinom proizvode jači eho (povratni talas) od objekata sa manjom površinom. Ako je objekat širi od širine horizontalnog snopa, snaga eha neće biti veća.

Aspekt objekta je njegova orijentacija prema osi radarskog zraka. Sa promjenom aspekta može se promijeniti i efektivna reflektujuća oblast u zavisnosti od oblika objekta. Što je ugao između reflektujuće površine i snopa bliži uglu od 90°, veća je jačina eha koji se vraća do prijemnika.

Objekti identičnog oblika mogu dati eho različite jačine, zavisno od aspekta. Stoga ravna površina pod pravim uglom na radarski zrak će proizvesti najjači eho. Kako se aspekt mijenja, ova ravna površina će reflektovati više talasa udaljeno od prijemne antene id at prilično slab eho. Konkavna površina će težiti da fokusira radarski snop na prijemu antenu, dok konveksna površina ima tendenciju da rasipa talase. Glatka konusna površina neće reflektovati talase nazad na antenu. Međutim, eho može biti reflektovan na antenu ako je konusna površina gruba.

Tekstura objekata može izmijeniti efekte oblika i aspekta. Glatka tekstura ima tendenciju da poveća kvalitet refleksije i povećae snagu refleksije ali ukoliko oblik i aspekt objekta nisu takvi da je reflektovani talas usmjeren na antenu, glatka površina će dati loš eho jer rasipa talase u svim pravcima.

Sposobnost različitih supstanci da reflektuju radarske talase zavisi od unutrašnjih električnih svojstava tih supstanci. Metali i voda su dobri reflektori. Led je reflector srednjeg kvaliteta, u zavisnosti od aspekta. Zemljište varira u kvalitetu refleksije u zavisnosti od količine i vrste vegetacije, te sadržaja kamena i materijala.

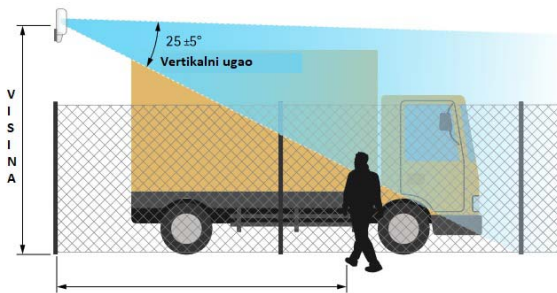
Potrebno je naglasiti da su sve pobrojane karakteristike u interakciji jedne sa drugima prilikom određivanja jačine eha i da se ne mogu posmatrati izolovano, već ih treba sve uzeti u obzir.

IV. PREPORUKE ZA POSTAVLJANJE SISTEMA KAKO BI SE POSTIGLE MAKSIMALNE PERFORMANSE

Radarski detektor je inicijalno namijenjen za vanjsku upotrebu. Svaki čvrst predmet (poput drveta ili grmlja) u oblasti pokrivenosti stvaraće radarsku sijenku iza sebe. Poželjno je da bude postavljen na nosač ili direktno na zid tako da nema drugih predmeta u neposrednoj blizini. Da bi mogao ispravno da identifikuje kretanje u oblasti pokrivenosti, detektor mora biti instaliran na stabilnom nosaču. Ukoliko su

dva radarska detektora postavljena jedan blizu drugog, mogu stvarati interferenciju. Pri preporučenoj visini montaže, granica detekcije je na oko 4.5 m. Ukoliko u oblasti detekcije ima puno metalnih objekata, refleksije će uticati na performanse sistema. Detektor radi na temperature od -40 °C do 60 °C.

Detektor pokriva ugao od $\pm 60^\circ$ od svoje centralne ose. Ako se montira na zid, sa svake strane detektora se nalaze slijepe tačke. Za optimalne performanse detektor se postavlja na visinu od 3.5 m od zemlje. Uticaj koji visina montaže ima na opseg detekcije prikazan je na slici 3.



Slika 3. Uticaj visine montaže na opseg detekcije

U sledećoj tabeli su prikazani opsezi detekcije pri različitim visinama montaže radarskog detektora, kada treba da se detektuje hod čovjeka visine 1.8 m [8].

TABELA II. PRIKAZ OPSEGA DETEKCIJE

Visina montaže	3.5m	4m	4.5m	5m
Blizu granice detekcije	4.5m	6m	7m	8.5m
Granična vrijednost detekcije (max. vrijednosti)	49m	51m	51m	52m

V. PREDNOSTI I NEDOSTACI

Osnovna prednost primjene radarske tehnologije u sistemima tehničke zaštite je smanjenje troškova. Uvođenjem sistema tehničke zaštite koji se bazira na radarskoj tehnologiji moguće je smanjiti broj angažovanih radnika – čuvara za nadzor područja koje je predmet zaštite.

Kod tradicionalnih sistema zaštite čuvari moraju biti vrlo pažljivi i na oprezu zbog eventualnih sigurnosnih prijetnji, te konstatno pratiti nadzorne monitore kako bi identifikovali potencijalno opasno ponašanje/kretanje. Sa radarskim sistemom zaštite unutar definisanih nadziranih zona sam sistem obavještava radnike i pruža im priliku da reaguju prije nego što problem nastane.

Zavisno od toga gdje se nalazi lokacija koja se nadzire, vremenske prilike mogu imati ključnu ulogu na efikasnost sistema zaštite, a radarska tehnologija je prilično otporna na sve vrste padavina.

Tradicionalne metode nadzora su ponekad pogrešan izbor i zbog zadatog opsega nadzora. Ako je oblast koja se nadzire

velika, može se desiti da čuvar od momenta kada putem nadzornih kamera i/ili alarma primijeti da se upad desio ne može fizički da stigne do mjesta upada na vrijeme, da uljez već ode prije njegovog dolaska. Sa radarskim nadzorom moguće je zadati opseg detekcije izvan graničnog područja, tako da će sistem obavijestiti da neko dolazi i prije nego što stigne.

Ukoliko se radarski sistem kombinuje sa kamerama, one se mogu podesiti da automatski prikažu prijetnju koju je radar detektovao. Ovo pomaže bezbjedonosnom osoblju da bolje razumiju sa čim se suočavaju i bolje se pripreme.

Mjerenjem vremenskog kašnjenja, faznog pomaka, promjene frekvencije i jačine reflektovanog sistema dobijaju se podaci o lokaciji, brzini, pravcu i veličini objekta. Podaci se zatim obrađuju naprednim algoritmom za praćenje, praćenjem i klasifikacijom objekata. Kako svaki objekat obično izaziva višestruke refleksije, algoritam grupiše podatke o refleksijama u klustere, predstavljajući objekte. On sakuplja informacije o tome kako se klasteri pomjeraju preko uzastopnih vremenskih okvira (radarski modul šalje 10 vremenskih okvira podataka u sekundi) kako bi formirao zapise. Nakon primjene matematičkog modela kretanja uzoraka, filtriranja podataka, algoritam može da odredi kojoj kategoriji objekat pripada, npr. čovjeku ili vozilu [9].

Matematički model koji se primjenjuje može, ako je potrebno, predvidjeti i lokaciju objekta, ako radar propusti okvir ili ako buka ometa mjerenje. Algoritam praćenja čini radarski detektor otpornijim na buku i lažna mjerenja.

Kao i kod svih drugih vrsta direktora, tako i kod radara može doći do okolnosti u kojima su performanse niže od optimalnih. Performanse detekcije se postepeno smanjuju sa rastojanjem i uglom. Zbog toga se manji objekti teže detektuju na dužim rastojanjima i većim uglovima, čak i u dometu od 50m i opsegu od 120 stepeni. Iako detektori mogu da isfiltriraju pokretne objekte kao što su drveće i grmlje, oni i dalje mogu da izazivaju lažne alarme tokom vrlo vjetrovitog vremena. Vegetacija takođe može ograničiti mogućnosti detekcije vrlo sporih objekata. Takođe, na područjima sa dosta reflektujućih objekata kao što su vozila i zgrade, može doći do generisanja lažnih alarma zbog višestrukih refleksija. Obzirom da radarski detektori ne mogu da mjere velike brzine, nisu dobri za nadgledanje saobraćaja [10].

VI. ZAKLJUČAK

Sistemi tehničke zaštite postaju sve bitniji i nezaobilazan element u modernom poslovanju. Od njih se očekuje visok nivo efikasnosti i pouzdanosti ali i povećanje isplativosti. Zato se u ovim sistemima kombinuju različite metode i tehnologije, kako bi se postigle tražene karakteristike.

Kroz rad je dat osvrt na primjenu radarske tehnologije u sistemima tehničke zaštite, što je nova oblast primjene ove tehnologije koja je otkrivena još '40.-ih godina prošlog vijeka.

Opisan je princip rada radarske tehnologije sa akcentom na karakteristikama koje su ključne za primjenu u sistemima tehničke zaštite i video nadzora. Dato je poređenje radarske tehnologije i drugih tehnologija nadzora koje se primjenjuju u ovakvim sistemima.

Takođe, proračunate su preporučene vrijednosti za postavljanje sistema zaštite koji je zasnovan na radaru kako bi se postigle maksimalne performanse i najbolji efekat zaštite.

Dat je i osvrt na prednosti i nedostatke primjene radarske tehnologije u sistemima tehničke zaštite, a na osnovu svega navedenog se može zaključiti da primjena radara omogućava smanjenje troškova sistema zaštite, te da je vrlo pogodan za nadzor velikih vanjskih površina zbog male osjetljivosti na nepovoljne vremenske prilike i objekte koji stvaraju sijenke. Kombinovanjem radara sa alarmima i video kamerama moguće je projektovati sistem koji precizno detektuje upade ili pokušaje istih na zadatoj površini nadzora, promptno alarmira radnike obezbjeđenja i daje im vizuelni prikaz situacije kako bi što spremnije reagovali.

S tim u vezi, može se zaključiti da primjena radara u sistemima tehničke zaštite podiže stepen zaštite na ozbiljniji i nivo, i zato su ovako projektovani sistemi pogodni za zaštitu osjetljivih zona i kritične infrastrukture.

LITERATURA

- [1] L. Brown, "A radar history of World War II: technical and military imperatives.", Taylor & Francis, 1999.
- [2] G. Kouemou, "Radar Technology", InTech, Januar 2010.
- [3] M. I. Skolnik, "Introduction to Radar Systems," McGraw-Hill College, 1980.
- [4] DMT Security Radar Solution, <http://dmtradar.com/products/radar/about-radar-technology/>
- [5] Institute of Physics, http://www.iop.org/publications/iop/2011/file_474-56.pdf
- [6] Axis Communications, https://www.axis.com/files/whitepaper/wp_radar_71132_en_1710_lo.pdf

- [7] Axis Communication, "Axis introduces network radar technology for accurate area detection", press release, Septembar 2017.
- [8] Axis Coomunications, https://www.axis.com/files/manuals-ig_d2050veradardetector_1777636_en_1710.pdf
- [9] R. Caldenbark, S. Howard, B. Moran, "Waveform diversity in radar signal processing", IEEE Signal Processing Magazine, Januar 2009.
- [10] Maritime Safety Information, "Chapter 1 – Basic radar principles and general characteristics", (2009), http://msi.nga.mil/MSISiteContent/Static-Files/NAV_PUBS/RNM/310ch1.pdf.

ABSTRACT

Technical protection of sensitive areas and critical infrastructure has increasing importance in modern business. Security solutions that offer a high level of protection, which reduce the number of false alarms and are reliable in challenging weather conditions, such as darkness, fog or rainfall, are required. The strongest security solutions use a strategic mix of technologies to achieve best results. In this paper it will be presented the possibilities for motion detection using radar technology, also in extreme weather conditions, and it will be shown that this solution can be a cost-efficient complement to other types of surveillance. Because of an advanced tracking algorithm and object positioning information, a radar-based detector can contribute to increased security level for conventional video surveillance systems.

TECHNICAL PROTECTION SYSTEM OF SENSITIVE AREAS AND CRITICAL INFRASTRUCTURE USING RADAR TECHNOLOGY

Tijana Milovanovic, Sinisa Ninkovic